

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОД ПОДЗЕМНЫХ ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ
ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ХВОСТОХРАНИЛИЩ
ГОРНООБОГАТИТЕЛЬНЫХ КОМБИНАТОВ КРИВБАССА**

Тарабарова С.Б., Станкевич В.В

ГУ «Институт общественного здоровья им. А.Н. Марзеева НАМН Украины», г. Киев

Подземные воды водоносных горизонтов четвертичных и неогеновых отложений в местах расположения хвостохранилищ «Войковское», «Объединенное. Первая карта» и Левобережных отвалов ПАО «ЮжГОК» имеют постоянное негативное изменение качества воды по солевой компоненте. Наиболее уязвимым для техногенных факторов в зоне влияния хвостохранилищ есть водоносный горизонт четвертичных отложений. Источниками загрязнения четвертичного и неогенового водоносных горизонтов есть техногенные факторы: технологические (оборотные), фильтрационные и дренажные воды хвостохранилищ и отвалов. Однако, наибольшим источником загрязнения есть высокоминерализованные воды из пруда-накопителя шахтных вод в балке Свистунова, где солесодержание составляет 37-40 г/л.

**CONTAMINATION OF UNDERGROUND WATERS AQUIFEROUS HORIZONS
EXPLOITATION OF TAILINGS DUMPS OF MINING
AND PROCESSING COMBINES OF KRYVBAS**

S.B. Tarabarova, V.V. Stankevich

Underwaters of aquiferous horizons of quaternary and neogene sedimentations in the places of location of tailings dump “Voykov”, “Incorporated. First map” and the Left-bank dumps of plant “Yuzhgok” have a permanent negative change of quality of water on a salt component. The most vulnerable for technogenic factors there is aquiferous horizon of quaternary sedimentations in the effected of tailings dump zone. By the sources of contamination quaternary and neogene aquiferous horizons there are technogenic factors: technological (circulating), lauter and drainage waters of tailing dump and dumps. However, the most course of contamination are the high-mineralized waters from the storage-pond of mine waters in the beam of Svistunov, where salt content is 37-40 g/l.

УДК 504.6:663.5:631.8:636.087:628.32

**ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОГРЕСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ НА ОБ'ЄКТАХ СПИРТОВОЇ
ПРОМИСЛОВОСТІ – ЗАПОРУКА ЗБЕРЕЖЕННЯ ДОВКІЛЛЯ**

Мельниченко Т.І.¹, Кадошніков В.М.¹, Жебровська К.І.¹, Петренко О.Д.², Пугач О.В.¹

¹*ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України», м. Київ*

²*ДУ «Інститут громадського здоров'я імені О.М. Марзєєва НАМН України», м. Київ*

Спиртова промисловість є однією з бюджетоутворюючих галузей української економіки. Значимість спирту етилового для народного господарства характеризується високим рівнем його застосування в фармацевтичній, харчовій галузях, агропромисло-

вому і паливно-енергетичному комплексах. Спирт є основним продуктом для виготовлення лікеро-горілчаних виробів. Останнім часом набуває значного поширення біоетанол, досить перспективний вид палива. Наразі в Україні є близько 13 виробників біое-

танолу, причому 8 з них працюють на майданчиках державних спиртзаводів [1].

Технологія етилового спирту ґрунтується на ферментативному гідролізі крохмалю, який міститься в рослинній сировині, і зброджуванні дріжджовими мікроорганізмами утворених цукрів (а також цукрів з меляси і цукрового буряку) в спирт, тобто, це – класична біохімічна технологія. Головні технологічні процеси: 1) розварювання рослинної сировини з водою; 2) охолодження розвареної маси і обробка крохмалю ферментами солоду для утворення цукрів; 3) зброджування цукрів дріжджами; 4) відгін з бражки спирту і його ректифікація [2]. Одним з видів сировини, що найчастіше використовується в Україні для виробництва етанолу, є меляса, яка є побічним продуктом буряково-цукрової галузі. Має вигляд темно-коричневої рідкої речовини в'язкої консистенції. На хімічний склад меляси впливають якість буряка, умови його переробки, а також тривалість сезону цукроваріння [3].

В процесі виробництва спирту утворюються побічні продукти – вуглекислий газ, сивушна олія, ефіри та альдегіди, а також відходи – барда (залишок після відгону спирту з бражки). Барда утворюється в 10-12 разів більше, ніж вихід спирту [2]. Несвоєчасна утилізація барди, її тривале зберігання на території заводів, скидання на поля фільтрації, де природним шляхом (але дуже повільно) відбувається механічне, хімічне і біологічне очищення, призводить до зараження і забруднення ґрунтових вод, відкритих водойм і атмосфери, тобто, становить серйозну загрозу навколишньому середовищу. Згідно з Державними санітарними правилами планування та забудови населених пунктів N 173 від 19.06.96 і Правилами безпеки для спиртового та лікєро-горілчаного виробництва НПАОП 15.9-1.11-97, санітарно-захисна зона (СЗЗ) підприємства з виробництва харчового спирту не може бути меншою за 100 м [4,5]. В окремих випадках СЗЗ може бути збільшена. Так, наприклад, СЗЗ Струтинського спиртзаводу (Львівська обл.) становить 500 м, а Тростянецького (Вінницька обл.) – 300 м [6,7].

В результаті загнивання барди утворюються аміак, окисли азоту, метан, діоксид

вуглецю, сірководень, оцтова, молочна і маляна кислоти тощо. Може спостерігатися перевищення допустимих показників шкідливих речовин: зокрема, на Рава-Руському спиртзаводі (Львівська обл.) екологічні інспектори виявили перевищення відповідно до нормованого фонового вмісту по амонію (обмінному) в 2,2-3,1 рази (в залежності від географічних координат), фосфору – в 1,7-2,3 рази, нітратах – в 2,1-3,1 рази [8]. Крім того, поля фільтрації підприємств спиртової промисловості займають значні площі, які могли бути використаними для потреб сільського господарства.

Саме тому необхідні адекватні технології переробки (утилізації) спиртової барди.

Мета дослідження. Пошук та визначення способів утилізації післяспиртової барди за результатами аналізу інформації щодо очищення стічних вод підприємств спиртової промисловості, а також стосовно переробки барди з метою отримання продуктів, які можуть бути використані для потреб господарства.

Матеріали та методи дослідження. Для досягнення мети були застосовані інформаційні методи дослідження.

Об'єкт дослідження – підприємства спиртової промисловості.

В процесі опрацювання інформаційних джерел проаналізовано технологічні процеси виробництва спирту етилового. Визначено, яким чином може відбуватись переробка або утилізація значимого відходу спиртового виробництва – барди.

Результати та їх обговорення. Стічні води, які утворюються на підприємствах спиртової промисловості, за наявністю і складом органічних забруднювачів належать до категорії висококонцентрованих, які характеризуються високим ступенем забруднення. Основним технологічним відходом спиртового заводу, що утворюється після перегонки, є барда.

Частину стічних вод спиртових заводів можна віднести до умовно чистих (теплообмінники). Стічні води транспортерно-мийної лінії містять переважно суспензії (бруд, пісок, шматочки продуктів). Ці стоки відводяться окремим шляхом і можуть бути використані в оборотному водопостачанні.

Очищення стічних вод транспортерно-мийної лінії спиртових заводів здійснюється механічним способом за допомогою відстійників і пісковловлювачів, з додаванням коагулянту для інтенсифікації процесу.

На різних підприємствах склад і кількість стічних вод істотно розрізняються. В табл. 1 наведено характеристику стічних вод спиртових підприємств, на яких в якості сировини використовують мелясу [9].

Таблиця 1. Характеристика стоків вод мелясно-спиртових підприємств.

Показники	Категорія стічних вод				Барда первинна	Барда вторинна
	перша	друга	третя	четверта		
Температура, С	30-60	20-100	80-100	20-90	95-98	25-30
Запах, бали	0-3	3-5	4-7	3-64	5,0	5,0
pH	7,0-8,0	8-12	4,4-6,4	5,5-6,2	5,0-5,5	4,5-5,0
Прозорість, см	12-30	10-25	15-25	0-2	0	0
Сухий залишок, г/л	0,35-0	13-20	0,3-0,6	0,45-10,0	70-85	50-65
ХСК, мг О ₂ /л	5-40	10-40	60-350	1000-4000	49000-66900	20000-48000
БСК _{полн} , мг О ₂ /л	5-12	5-80	180-300	950-4500	44000-59000	18000-4:000
БСК ₅ , мг О ₂ /л	2-10	2-40	100-2500	600-3700	29000-48000	15500-29900
Азот загальний, мг/л	-	-	-	-	2500-3860	940-2500
Леткі кислоти, мг/л	-	-	-	-	2300-3900	300-720

Мелясна післяспиртова барда містить велику кількість корисних речовин (в перерахунку на суху речовину): гліцерин (6-12%), бетаїн (16-21%), амінокислоти (15-25%), органічні кислоти (3-10%), редуруючі речовини (4-6%), колоїди, по Думанському (13-15%), калій (8,5-13%), натрій (1,3-2,5%), кальцій (0,5-2,5%), сульфат-іони (0,6-4,6%), хлорид-іони (0,9-3,0%) [3].

Традиційно свіжа барда в натуральному вигляді використовувалась для відгодівлі худоби в колгоспах і відгодівельних господарствах. Шляхом переробки з неї отримували гліцерин (тільки на Лохвицькому спирткомбінаті), глютамінову кислоту і глютамат натрію, бетаїн, ацидін медичного призначення, кормові дріжджі, кормовий концентрат вітаміну В₁₂ (КМБ-12), склад якого вказано в табл. 2 [3].

Таблиця 2. Склад кормового концентрату КМБ-12.

Вітаміни	Кількість, мг/кг натуральної маси
В ₁₂ (ціанокобаламін)	25-30
Рибофлавін	50-60
Піридоксин	30-40
Тіамін	1-2
Пантотенова кислота	12-15
Нікотинова кислота	80-90
Фолієва кислота	180-200
Холін	5000

Відомий здавна спосіб використання натуральної барди практикується і до цього часу в Китаї – розбризкування барди на полях як добрива [2]. В інших країнах даний спосіб не використовується, оскільки вважається, що такий спосіб призводить до засолення ґрунту сільськогосподарських угідь.

Сьогодні ситуація повністю змінилась: використовувати барду в натуральному вигляді для відгодівлі худоби не має сенсу в зв'язку з ліквідацією колгоспів та відгодівельних господарств і через зниження поглив'я, а технології переробки барди для отримання корисних речовин потребують значних витрат енергоресурсів. Отже, навіть за умови тільки сезонної роботи підприємства утворюється велика кількість відходів, які потрапляють на поля фільтрації, забруднюють воду, повітря і ґрунт.

Для вирішення проблеми можливо застосувати такі підходи: переробка, за умови економічної ефективності, або утилізація (якщо вона потребує менших капіталовкладень, ніж переробка).

Перш за все, з барди отримують кормові добавки і добрива. Зокрема, додавання до барди бентонітової глини або оксиду кальцію дозволяє отримати кормову суміш, яка може бути використана в раціоні сільсько-

сподарських тварин [10,11]. А для приготування напівфабрикату кормової суміші мелясну барду змішують з гашеним вапном при температурі 80-85°C, нейтралізують органічні кислоти, які утворюються в процесі бродіння, при рН 9,0-9,5 и температурі 75-80°C, відділяють тверду фазу і отримують осад з вологістю 65-70% мас., який застосовують як кормову добавку для тварин [12].

Перспективним є використання барди як добрива. Разом з тим, при неконтрольованому внесення в ґрунт дуже великих обсягів можливий розвиток ряду негативних змін, в тому числі виникнення різкого дисбалансу живильних елементів за рахунок накопичення в ґрунті фосфору, що свідчить про вплив барди на перерозподіл фосфору між різними ґрунтовими групами [13]. До того ж, барда має кислу реакцію, через що поступово відбувається закислення ґрунту.

Для отримання добрива спиртову барду змішують з негашеним вапном в кількості 10-15% від її загальної маси, норма витрати такого добрива становить 0,6-0,8 т/га [14]. Але кількість внесеного вапна 15% – гранична, адже при перевищенні даного показника знижується вміст азоту і, відповідно, ефективність такого добрива (табл. 3) [14].

Таблиця 3. Залежність хімічного складу добрива від кількості внесеного вапна в післяспиртову барду.

Дози внесеного вапна	Загальний азот, %	Вміст білкових речовин, %	рН
Спиртова барда (без внесення вапна)	4,87	30,45	5,0
Спиртова барда + 2-9% вапна	3,12	23,12	5,9
Спиртова барда + 10-15% вапна	2,63	18,18	9,8
Спиртова барда + 16-20% вапна	1,53	7,18	13,4

За результатами досліджень впливу спиртової барди на врожайність ріпаку ярого додавання до барди вапна сприяло помітному достовірному підвищенню врожайності – на 0,34 т/га [15].

Післяспиртова барда, зважаючи на значний вміст в ній білкових речовин, є ідеальним джерелом для виробництва біогазу. З 1 т зернової барди можна отримати 45 м³ біогазу, а з 1 т мелясної барди – 50 м³, з вмістом метану 68-70% [16].

В Україні розроблено технологію отримання біогазу із післяспиртової барди шляхом її зброджування в анаеробному середовищі [17,18]. Як приклад, можна назвати Лужанський експериментальний спиртзавод в Чернівецькій обл. і Залозецький спиртзавод в Тернопільській обл. [19,20], але, з різних причин, широкого впровадження таких процесів на підприємствах спиртової промисловості не спостерігається.

Перспективним способом позбутися відходів, які утворюються на підприємствах

спиртової промисловості, є впровадження комплексної технології повної утилізації післяспиртової барди. В Україні пропонують технології та устаткування для вирішення даної проблеми, але вартість становить від 1,5 до 4 млн. євро [21]. За технологічним процесом передбачаються такі етапи утилізації на локальних очисних спорудах [22]:

- охолодження, накопичення і попереднє відстоювання свіжої барди;
- зневоднення осаду барди;
- збір фугату зневоднення і декантата відстоювання і попередня фільтрація цих розчинів від зважених речовин на механічному сітчастому фільтрі з пористістю сітки 10 мкм;
- доведення освітленої рідкої фази барди до рН=6, з метою максимального переведення розчинених амінокислот в нерозчинні колоїди;
- подальша мікрофільтрація отриманих розчинів на сітчастому фільтрі з пористістю сітки 5 мкм;

- повернення 50% очищеної води після мікрофільтрації в основне виробництво спирту;
- сушка зневодненої частини осаду барди і сконцентрованих зважених речовин при фільтрації і мікрофільтрації рідкої фази барди, з отриманням кормового концентрату;
- очищення 50% очищеної рідкої фази барди після мікрофільтрації в анаеробних біореакторах із застосуванням спеціального завантаження, що зменшує час зброджування розчинених органічних забруднень до 24 годин;
- доочистка отриманих стоків на локальних очисних спорудах методом гальванокоагуляції і шпінельної ферритизації, з отриманням зневодненого ферритного осаду IV класу небезпеки;
- використання 30% очищеної води для виробничо-технічних потреб заводу (підживлення системи охолодження устаткування), і скидання частини її (20% – для збереження сольового балансу системи оборотного водопостачання заводу) в міську каналізацію.

Висновок

Таким чином, традиційна переробка післяспиртової барди потребує значних енергоресурсів, що сьогодні для більшості підприємств спиртової промисловості неприйнятно. Використання барди для потреб агропромислового комплексу після необхідної обробки (яким чином, потрібно вирішувати відповідно до місцевих умов) з подальшою доочисткою стічних вод підприємства фізико-хімічними і фізичними методами дозволить поліпшити екологічну ситуацію в районі підприємства.

ЛІТЕРАТУРА

1. Голубева О. Бензин з біоетанолом. Автомобілістів змусять переплачувати за паливо, яке підходить далеко не всім. URL: <https://ua.112.ua/mnenie/benzyn-z-bioetanolom-avtomobilistiv-khochut-zmusyty-pereplachuvaty-za-nyzkoprobne-palyvo-423016.html>
2. Климовский Д.Н., Смирнов В.А., Стабников В.Н. Технология спирта. – М.: Пищевая промышленность, 1967, – 452 с.
3. Справочник работника спиртовой промышленности (производство спирта из меляссы), под общей ред. В.П. Рудницкого. Киев: Техніка, 1972, – 384 с.
4. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів (Затверджено Наказом МОЗ України від 19 червня 1996 р. – №173. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96>).
5. НПАОП 15.9-1.11-97. Правила безпеки для спиртового та лікеро-горілчаного виробництва. URL: https://dnaop.com/html/32405_29.html
6. Пояснювальна записка. URL: <http://www.zolochiv-rda.gov.ua/architecture/DPT%20Strutyn/zapiska.doc>

7. На Вінниччині влада райцентру збирає докази для закриття через суд спиртзаводу, сморід від якого перетворив життя людей на пекло, 23.08.2018. URL: <http://www.vinnitsa.info/news/na-vinnichchini-vlada-raytsentru-zbiraye-dokazi-dlya-zakrittuya-cherez-sud-spirtzavodu-smorid-vid-yakogo-peretvoriv-zhittya-lyudey-na-peklo.html>
8. Поблизу спиртзаводу показники перевищують допустимі норми, 14.08.2018. URL: <http://prykordonnya.info/4782/poblyzu-spyrtzavodu-pokaznyku-perevyshchuyut-dopustymy-normy/>
9. Очистка сточных вод спиртовой промышленности. URL: <http://acs-nnov.ru/ochistka-stochnyh-vod-spiritovoj-prmyshlennosti.html>
10. Корчик Н.М., Рогов О.В., Омельчук В.П., Бухальська Ю.Г. Пат. UA 87191. МПК C12F 3/10 (2007.01). Спосіб очищення рідких відходів спиртового виробництва (барди). №200709306; заявл. 15.08.2007; опубл. 25.06.2009, Бюл. №12, 2009 р.
11. Бухало С.І. Пат. UA 40625. МПК (2009) C12F 3/00C10L. Спосіб концентрування спиртової барди. №200809287; заявл. 16.07.2008; опубл. 27.04.2009, Бюл. №8, 2009 р.
12. Стрелков А.К., Шувалов М.В., Шувалов С.В., Вишняков В.Д., Сиваков П.А., Самородов И.Н., Быков Д.Е. Пат. RU 2278156, МПК C12F3/10. Способ переработки барды. URL: <http://www.findpatent.ru/patent/227/2278156.html>
13. Корченкина Н.А., Дабахова Е. В. Изменение фосфатного состояния почвы под действием барды послеспиртовой. Аграрная наука Евро-Северо-Востока, 2014, – №5 (42). – С. 42-45.
14. Бекузарова С.А., Кабалоев Т.Х., Дзанагов С.Х., Добаев Н.Н. Пат. RU 2282605, МПК C05F5, C05F15, C05F11. Способ получения удобрения для кислых почв. URL: <http://www.findpatent.ru/patent/228/2282605.html>
15. Дзанагов С.Х., Черджиев Д.А. Использование спиртовой барды в качестве удобрения. Известия Горского государственного аграрного университета, 2017, – Т.54, – №1. – С. 27-30.
16. Биогазовая установка на спиртовой барде. URL: <http://icb-group.com.ua/ru/napravleniya/biogas/biogas/biogas-barda.html>
17. Кошель М., Дудник А., Каранов Ю., Ліптус В., Добриловський Б. Утилізація післяспиртової барди й очищення стоків з одержанням білкового корму й біогазу. Пропозиція, 2002, – №11. – 19 с.
18. Яковець І.І., Демчак І.М., Сосницький В.В., Українець А.І., Олійнічук С.Т., Шиян П.Л., Рудаков В.К., Кошель М.І., Каранов Ю. А., Заболотна Г.М., Федірко П.Л., Тарановський Г.В. Пат. UA 34130, МПК C10L 1/18 (2006.01) Спосіб одержання біогазу із післяспиртової барди №200803620; заявл. 21.03.2008; опубл. 25.07.2008, Бюл. – №14, 2008.
19. Лужанский спиртзавод ввел в эксплуатацию установку по производству биогаза. URL: <http://news.meta.ua/archive/07.12.09/cluster:14982608-Luzhanskii-spirtzavod-vvel-v-ekspluatatsiiu-ustanovku-po-proizvodstvu-biogaza/>
20. Спиртзавод на Тернопольщине экономит 20% газа благодаря производству биогаза из отходов. URL: https://elektrovesti.net/45002_spirtzavod-na-ternopolshchine-ekonomit-20-gaza-blagodarya-proizvodstvu-biogaza-iz-otkhodov
21. Линии по переработке спиртовой барды. URL: <https://www.am-eco.com.ua/ru/linii-popererabotke-spiritovoj-bardy/>
22. Технология полной утилизации послеспиртовой барды. URL: http://ktgo-m.com/technology/ktgo_bard/

**ВНЕДРЕНИЕ ПРОГРЕССИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ
НА ОБЪЕКТАХ СПИРТОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ –
ЗАЛОГ СОХРАНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Цель исследований: поиск и определение способов утилизации и переработки послеспиртовой барды.

Материалы и методы исследования. Проведен аналитический обзор информационных источников. Методы исследования: информационные.

Результаты и их обсуждение. По результатам анализа информации показана необходимость внедрения на предприятиях спиртовой промышленности адекватных технологий переработки и утилизации основного отхода спиртзаводов – послеспиртовой барды, что связано с ухудшением экологической ситуации на объектах спиртовой промышленности.

**THE INTRODUCTION OF ADVANCED TECHNOLOGIES FOR
THE DISPOSAL OF WASTE ON THE OBJECTS OF THE ALCOHOL INDUSTRY
IS THE KEY TO PRESERVING THE ENVIRONMENT**

The Objective: the search and determination of methods of disposal and recycling of industrial waste bars.

Materials: an analytical review of information sources. Research methods: informational.

Results. According to the results of the analysis of information, the necessity of introducing adequate technologies for the processing and utilization of the main waste of the distillery – distillery dregs, which is associated with the deterioration of the ecological situation at the facilities of the alcohol industry, is shown at the enterprises of the alcohol industry.

УДК 614.71:667.621.3

**ЕКОЛОГО-ГІГІЄНІЧНІ АСПЕКТИ ФУНКЦІОНУВАННЯ
АСФАЛЬТОБЕТОННИХ УСТАНОВОК В УКРАЇНІ
В СУЧАСНИХ УМОВАХ ГОСПОДАРЮВАННЯ**

Коваль Н.М.

ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України», м. Київ

Вигідне географічне розташування України на шляху основних транзитних потоків між Європою та Азією, розгалужена мережа автомобільних доріг створюють усі необхідні передумови для збільшення обсягів транзиту країною вантажів. На сучасному етапі транспортна галузь держави потребує комплексного підходу в розвитку, а якість дорожніх сполучень як була, так і лишається для України надзвичайно гострою й актуальною проблемою сьогодення, яка відчувається на різних рівнях споживачів.

Транспортна галузь за багатьма параметрами не відповідає потребам суспільства та європейським стандартам, що перешкоджає підвищенню ефективності її функціонування, відтак потребує невідкладних дій щодо її модернізації.

Мережа автомобільних шляхів України загального користування налічує загалом

169,5 тис. км доріг, з них з твердим покриттям – 165,8 тис. км (без урахування муніципальних, відомчих, внутрішньо господарських) [1].

В Україні розроблені цільові програми з фінансування великих об'єктів дорожнього господарства, зокрема доріг державного та міжнародного значення. Програми підтримуються вищим керівництвом держави. Оскільки проблема ремонту і будівництва доріг – комплексна, для її вирішення необхідна потужна сировинна база, яку здатні забезпечити вітчизняні підприємства з виробництва асфальтобетонних сумішей [2].

Відповідно до санітарної класифікації виробництв та підприємств додатку №4 до ДСП 173-96 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів» (затверджені наказом МОЗ України від